

**RETICLE**

Patent Number: JP4220631  
Publication date: 1992-08-11  
Inventor(s): TSUKADA SHINICHI  
Applicant(s):: NIKON CORP  
Requested Patent: ☐ JP4220631  
Application Number: JP19900412770 19901221  
Priority Number(s):  
IPC Classification: G03B13/24 ; G03B17/00  
EC Classification:  
Equivalents:

---

**Abstract**

---

**PURPOSE:** To improve the unnaturalness of the sense of blurring of a reticle and also make moire less noticeable.

**CONSTITUTION:** In a reticle 1 having a number of micro lenses periodically arranged thereon, the heights of the micro lenses are randomly dispersed around the central values of n kinds (n is a natural number greater than 1) and the micro lenses having central values equal to one another are periodically arranged.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-220631

(43) 公開日 平成4年(1992)8月11日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

G 0 3 B 13/24  
17/00

識別記号

庁内整理番号

7139-2K  
6920-2K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数2(全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平2-412770

(22) 出願日 平成2年(1990)12月21日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 塚田 信一

東京都品川区西大井1丁目6番3号 株式  
会社ニコン大井製作所内

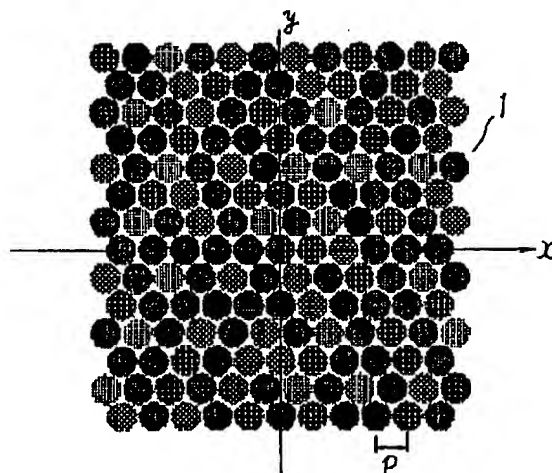
(74) 代理人 弁理士 山川 政樹

(54) 【発明の名称】 焦点板

(57) 【要約】

【目的】 焦点板のボケ味の不自然さを改善するとともにモアレを目立ち難くする。

【構成】 多数のマイクロレンズが周期的に配列される焦点板において、マイクロレンズの各々の高さは $n$ 種類 ( $n$ は1より大きい自然数) の中心値を中心としてランダムにばらついており、互いに等しい中心値をもつマイクロレンズは周期的に配列されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 多数のマイクロレンズが周期的に配列されてなる焦点板において、前記マイクロレンズの各々の高さは $n$ 種類（ $n$ は1より大きい自然数）の中心値を中心としてランダムにばらついており、互いに等しい中心値をもつ前記マイクロレンズは周期的な配列をなしていることを特徴とする焦点板。

【請求項2】 請求項1において、前記ランダムの幅 $R$ は、前記 $n$ 種類の前記中心値の最大値と最小値の差を $Q$ としたとき、

$$0 < R < 1.5 * Q / (n - 1)$$

の範囲を満足することを特徴とする焦点板。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、一眼レフカメラなどに使用される焦点板に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、一眼レフカメラなどの焦点板は、ガラス等の母材の表面に砂掛けを施すことにより、微細凹凸を形成させ、これから金型をとってプラスチック材料の表面に微細凹凸を転写するといった方法により作製されていた。このような焦点板は、ボケ味が自然である点に関しては評価が高いが、その反面、暗くザラツキが目立つといった欠点があった。その原因は、図13に要部拡大断面図で示すようにこのような焦点板1の表面の微細凹凸は極めてランダム性が高いことにある。

【0003】 他方、形状及び高さの等しいマイクロレン\*  

$$\theta p = \lambda / p$$

であり、角度ピッチ $\theta p$ はピッチ $p$ の逆数に比例する。ここに $\lambda$ は光の波長である。さて、このように拡散分布が斑点状になると、点状物体のボケ像も同様な斑点状となる。線状物体は点状物体の一次元集合体であるから、そのボケ像は多線ボケとなってしまふ。

【0004】 上記欠点をなくすために本出願人は、すでに多数のマイクロレンズに対して $n$ 種類の高さをもたせ、互いに等しい高さをもつマイクロレンズを周期的に配列した焦点板を提案している（特願平2-239089号）。具体的には、図20～図22に示したような構成の焦点板である。この例は $n=3$ 、すなわち3種類の高さの場合である。図20は図14と対応するもので、3種類の高さのマイクロレンズ21、22、23の周期的配列を高さの違いを色の濃さの違いとして示したものである。3種類のマイクロレンズ21、22、23の高さ $h_{21}$ 、 $h_{22}$ 、 $h_{23}$ は

$$h_{21} = h + \lambda / 2 \quad (4-1)$$

$$h_{22} = h \quad (4-2)$$

$$h_{23} = h - \lambda / 2 \quad (4-3)$$

である。ここに $h$ は図14～図16のマイクロレンズの高さ $h$ である。さて、このような焦点板の拡散分布を2

\*ズを周期的に配列することにより、ランダム性を全く無くした焦点板が特開昭55-90931号公報などで提案されている。図14、15はこの種の焦点板の構成を説明する図である。図14に均一の高さ $h$ の場合のマイクロレンズ1iの周期的配列を示した。マイクロレンズ1iの中心位置 $(X, Y)$ はピッチ $p$ と整数の組 $(i, j)$ とから決定される次の周期的格子点

$$x = p * (i + j / 2) \quad (1-1)$$

$$y = p * (j * \sqrt{3} / 2) \quad (1-2)$$

である。この配列は円を2次元空間に最も高い密度で並べる配列である。このように構成される焦点板は、ザラツキ感がなく、明るいといった長所がある反面、多線ボケを生じるなどボケ味が不自然であるといった欠点がある。その原因は、このような焦点板は、その周期的構造のため、回折格子と同等の作用を持つことになり、拡散光が回折の次数に対応した特定の方向に限定されてしまうためである。その拡散分布を平面的に現したものが図15で、多数の輝点10が周期的に配列されている様子がわかる（なお、図16はそれを立体的に現したもので、その範囲は図15に示した30°の範囲である）。ここで図15は角度座標であり、各々の輝点の中心の角度座標値 $(\theta x, \theta y)$ は角度ピッチ $\theta p$ と整数の組 $(i, j)$ とから決定される次の周期的格子点

$$\theta x = \theta p * (i) \quad (2-1)$$

$$\theta y = \theta p * (-i / \sqrt{3} + 2 * j / \sqrt{3}) \quad (2-2)$$

である。マイクロレンズの配列ピッチ $p$ と拡散分布の輝点の配列角度ピッチ $\theta p$ との関係は

$$(3)$$

次元的に現したものが図21であり、3次元的に現したものが図22である。図15と図21、図16と図22を比較することにより、拡散分布の輝点は数が増えると共に強さが弱くなっていることがわかる。すなわち輝点は目立ち難くなっている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 上記のような $n$ 種類の高さの焦点板は、ザラツキ感がなく、明るくそれでいてボケ味の不自然が目立たないといった優れた特徴をもっているが、まだ改善されるべき欠点が残っている。その一つは、通常の被写体に対してはボケ味は自然であるが、特殊なもの例えば高輝度の点光源などのボケ像にはまだ不自然な感じがある。もう一つは、特に一眼レフカメラ用の場合であるが、通常焦点板は片面が拡散面、もう片面が多数の鋸歯状凹凸が同心円状に配置されてなるフレネルレンズ面で構成されるが、このとき、拡散面上のマイクロレンズの配列とフレネルレンズ面上の鋸歯状凹凸の配列とでモアレを起こし、このモアレが目立ってしまう場合がある。

【0006】 以下、このモアレについて詳しく述べる。マイクロレンズの配列ピッチを $P_m$ 、フレネルレンズの

鋸歯状凹凸の配列ピッチを $P_f$ とし、ピッチ比を $K$ として

$$K = P_m / P_f \quad (5)$$

を定義する。図17～図19はピッチ比 $K$ を変えた場合のモワレを模式的に示したものである。同心円群がフレネルレンズの鋸歯状凹凸の配列に相当し、直線群がマイクロレンズの配列に相当する。図17は $K=1.0$ 、図18は $K=0.66$ 、図19は $K=0.55$ の場合である。ピッチ比が1に近いほどモワレが目立つことがわかる。

【0007】そこでモワレが目立たない焦点板の構成は以下に示すような構成となる。焦点板のマイクロレンズの配列ピッチ $p$ はだいたい $p=20\mu\text{m}$ 程度となる。その理由は、配列ピッチ $p$ があまり小さいとその製造が困難であり、また、角度配列ピッチ $\theta p$ （上記したように $p$ の逆数に比例する）が大きくなって輝点がより目立ってしまうし、配列ピッチ $p$ があまり大きいと、マイクロレンズそのものが目に見えてしまう。また、鋸歯状凹凸の配列ピッチはだいたい $P_f=40\mu\text{m}$ 程度となる。その理由は、 $P_f$ もあまり小さいと、製造が困難であるし、あまり大きいと、目に見えてしまうからである。したがってピッチ比 $K$ は $P_f=p$ として $K=0.5$ 程度となるが、図17～図19を見ればこの程度ではあまりモワレが目立たないことがわかる。逆にこのようにモワレが目立たないというのが、 $p$ 及び $P_f$ の大きさが上述した程度に決定される条件の一つでもある。

【0008】ところでマイクロレンズに $n$ 種の高さを設けた上記従来例（特願平2-239089号）の焦点板のマイクロレンズの配列ピッチも $p$ である。しかし、互いに等しい高さをもつマイクロレンズを周期的に配列した結果、実質的に $p$ よりも大きい配列ピッチが形成される。具体的には、図20に示した $p_1$ で $p_1=\sqrt{3}p$ である。この場合、ピッチ比 $K$ は $P_f=p_1$ として $K=0.86$ 程度となるが、図17～図19を見ればこの程度になると、モワレが目立つことがわかる。したがって本出願人が提案した特願平2-239089号では、焦点板のボケ味は改善されているものの、まだモワレの影響については改善されていない。

【0009】

【課題を解決するための手段】このような課題を解決するために本発明による焦点板は、多数のマイクロレンズを周期的に配列するが、そのマイクロレンズの各々の高さは $n$ 種類（ $n$ は1より大きい自然数）の中心値を中心としてランダムにばらついており、互いに等しい中心値をもつマイクロレンズは周期的に配列されるようにした。すなわちマイクロレンズに $n$ 種の高さを設けた上記従来例の焦点板において、マイクロレンズの高さにランダム性を付加したものである。

【0010】

【作用】本発明においては、マイクロレンズの高さにランダム性を付加することで、拡散分布の輝点はさらに目

立たなくなるとともにモワレも目立ち難くなる。

【0011】

【実施例】次に図面を用いて本発明の実施例を詳細に説明する。図1、図2は本発明による焦点板の一実施例を説明する図であり、高さの中心値が3種類（ $n=3$ ）の値を持つ場合を示したものであり、 $n$ 種の高さを設けた上記従来例の図20の例に高さのランダム性を持たせたものである。すなわち3種類の高さの中心値 $h_{11}$ 、 $h_{12}$ 、 $h_{13}$ は(4-1)、(4-2)、(4-3)式と同じく

$$h_{11} = h + \lambda/2 \quad (6-1)$$

$$h_{12} = h \quad (6-2)$$

$$h_{13} = h - \lambda/2 \quad (6-3)$$

である。図1はマイクロレンズの配置を示す平面図で色の違いは高さの違いを示している。図20と比べると、高さにランダム性が加えられているのがわかる。モワレの説明の所で述べたモワレを目立たせる実質的な配列周期（図20～図22の $p_1$ ）は図1では目立たないものとなっている。すなわち本実施例によればモワレはより目立たなくなる。

【0012】さて、この実施例の拡散分布を3次元で示したのが図2である。この図2は図22と同質なものであり、両者を比較すると、輝点の数は同じだが、図2の場合、輝点間にも拡散される光があり、結果として輝点の強さが弱くなっている。すなわち本実施例によれば、輝点間にも光が拡散され、輝点はさらに目立たなくなる。

【0013】ところでランダム性であるが、図1、図2の場合、ランダム性の幅 $R$ は $R=0.4\lambda$ とした。すなわち図20のマイクロレンズのうち、任意のマイクロレンズの高さを $H$ としたとき、それに対応する図1のマイクロレンズの高さ $H_r$ は

$$H_r = H + R \cdot \text{rand} \quad (7)$$

となる。ここに $\text{rand}$ は-1から+1の範囲のランダム変数である。ところで本実施例ではランダム性の幅 $R$ を

$$0 < R < 1.5 \cdot Q / (n-1) \quad (8)$$

と規定した。これは、本実施例はあくまでも $n$ 種類の高さのマイクロレンズを互いに等しい高さのものが周期的配列となるようにして拡散分布の輝点を増やすことで輝点を目立たなくするという前記従来例を基本としたもので、ザラツキの幅 $R$ を(8)式より大きくすると、この輝点を増やす効果がなくなってしまう危険性があるからである。また、砂刷り焦点板の従来例のところで述べたが、ランダム性があまり大きいと、ザラツキ感が目立ってしまう。(8)式はこれを規制するものでもある。実際、図1、図2と同一条件でランダム性の幅 $R$ を $R=0.8\lambda$ と大きくしたのが図3、図4である。図4を見ると、この程度ランダム性が強いと、拡散分布の輝点はほとんど消えているのがわかる。そして図では示せないが、ザラツキ感は目立っている。図1、図2及び図3、図4の場合、 $n=3$ 、 $Q=h_{11}-h_{13}=\lambda$ であり、これ

らを(8)式に代入すると

$$R < 0.75\lambda \quad (9)$$

となる。図1、図2の場合、 $R = 0.4\lambda$ なので規定値内であり、図3、図4の場合、 $R = 0.8\lambda$ なので、規定値外である。

【0014】図5、図6は本発明による焦点板の他の実施例による構成を説明する図である。この場合、高さの\*

$$h_{51} = h + \lambda/4$$

$$h_{52} = h - \lambda/4 \quad (11-2)$$

を持つ場合の従来の焦点板において、各々のマイクロレンズに上記幅Rの範囲で高さのランダム性を与えたものである。図5と図7、図6と図8とを比較すれば、図1、図2対図20～図22の場合と同様な効果が得られていることがわかる。

【0015】図9、図10は本発明による焦点板のさらに他の実施例による構成を説明する図である。この場合、高さの中心値の種類は3種類( $n=3$ )で図1、図2の場合と同じだが、配列が異なっている例で、3種類の中心値は

$$h_{61} = h + \lambda/3 \quad (12-1)$$

$$h_{62} = h \quad (12-2)$$

$$h_{63} = h - \lambda/3 \quad (12-3)$$

である。したがって $Q = h_{61} - h_{63} = 2\lambda/3$ であり、ランダム性の幅Rは $R < \lambda/2$ と規定されるが、この例では $R = 0.3\lambda$ とした。すなわち図11、図12に示したマイクロレンズが3種類の高さ

$$h_{71} = h + \lambda/3 \quad (13-4)$$

$$h_{72} = h \quad (13-5)$$

$$h_{73} = h - \lambda/3 \quad (13-6)$$

を持つ場合の従来の焦点板において、各々のマイクロレンズに上記幅Rの範囲で高さのランダム性を与えたものである。図9と図11、図10と図12とを比較すれば、図1、図2対図20～図22の場合と同様な効果が得られていることがわかる。

【0016】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、多数のマイクロレンズが周期的に配列されてなる焦点板において、マイクロレンズの各々の高さはn種類( $n$ は1より大きい自然数)の中心値を中心としてランダムにばらついており、互いに等しい中心値をもつマイクロレンズを周期的な配列をなすように構成することにより、ボケ味の不自然さをさらに改善することができるとともにフレネルレンズとのモワレを目立ち難くすることができるという極めて優れた効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による焦点板の一実施例による構成を説明するマイクロレンズの配置を示す図である。

【図2】本発明による焦点板の一実施例による構成を説明するマイクロレンズの拡散分布の3次元表示を示す図

\*中心値の種類は2種類( $n=2$ )で

$$h_{41} = h + \lambda/4 \quad (10-1)$$

$$h_{42} = h - \lambda/4 \quad (10-2)$$

である。したがって $Q = h_{41} - h_{42} = \lambda/2$ であり、ランダム性の幅Rは $R < 0.75\lambda$ と規定されるが、この例では $R = 0.4\lambda$ とした。すなわち図7、図8に示したマイクロレンズが2種類の高さ

$$(11-1)$$

である。

【図3】図1の焦点板において高さのランダム性を大きくした焦点板の構成を説明するマイクロレンズの配置を示す図である。

【図4】図2の焦点板において高さのランダム性を大きくした焦点板の構成を説明するマイクロレンズの拡散分布の3次元表示を示す図である。

【図5】本発明による焦点板の他の実施例による構成を説明するマイクロレンズの配置を示す図である。

【図6】本発明による焦点板の他の実施例による構成を説明するマイクロレンズの拡散分布の3次元表示を示す図である。

【図7】図5に対応する高さのランダム性を与えていない従来のn種高さの焦点板の他の実施例による構成を説明するマイクロレンズの配置を示す図である。

【図8】図6に対応する高さのランダム性を与えていない従来のn種高さの焦点板の他の実施例による構成を説明するマイクロレンズの拡散分布の3次元表示を示す図である。

【図9】本発明による焦点板の他の実施例による構成を説明するマイクロレンズの配置を示す図である。

【図10】本発明による焦点板の他の実施例による構成を説明するマイクロレンズの拡散分布の3次元表示を示す図である。

【図11】図9に対応する高さのランダム性を与えていない従来のn種高さの焦点板の他の実施例による構成を説明するマイクロレンズの配置を示す図である。

【図12】図10に対応する高さのランダム性を与えていない従来のn種高さの焦点板の他の実施例による構成を説明するマイクロレンズの拡散分布の3次元表示を示す図である。

【図13】ランダム性の大きい微細凹凸を有する焦点板の要部断面図である。

【図14】高さが均一なマイクロレンズを周期的に配置した従来の焦点板の一実施例による構成を説明するマイクロレンズの配置を示す図である。

【図15】高さが均一なマイクロレンズを周期的に配置した従来の焦点板の一実施例による構成を説明するマイクロレンズの拡散分布の輝点配列を2次元で示す図である。

【図16】高さが均一なマイクロレンズを周期的に配置

7

した従来の焦点板の一実施例による構成を説明するマイクロレンズの拡散分布の3次元表示を示す図である。

【図17】モワレの概念を示す図である。

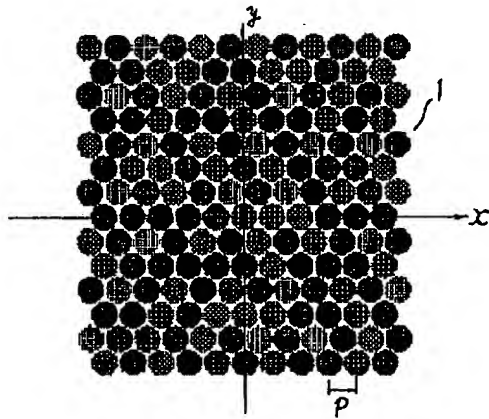
【図18】モワレの概念を示す図である。

【図19】モワレの概念を示す図である。

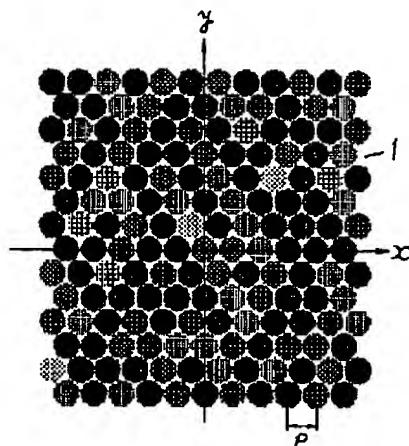
【図20】図1に対応する高さのランダム性を与えていない従来のn種の高さの焦点板の実施例による構成を説明するマイクロレンズの配置を示す図である。

【図21】図1に対応する高さのランダム性を与えていない従来のn種の高さの焦点板の実施例による構成を説明するマイクロレンズの拡散分布の輝点配列を2次元で示す図である。

【図1】



【図3】



【図13】



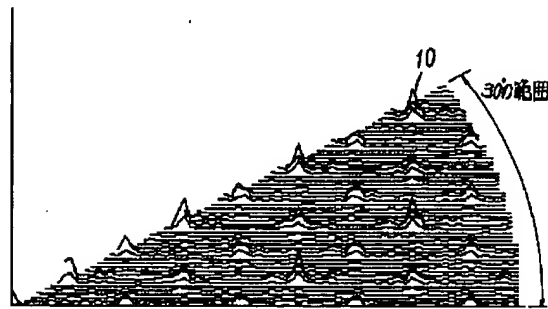
8

【図22】図1に対応する高さのランダム性を与えていない従来のn種の高さの焦点板の実施例による構成を説明するマイクロレンズの拡散分布の3次元表示を示す図である。

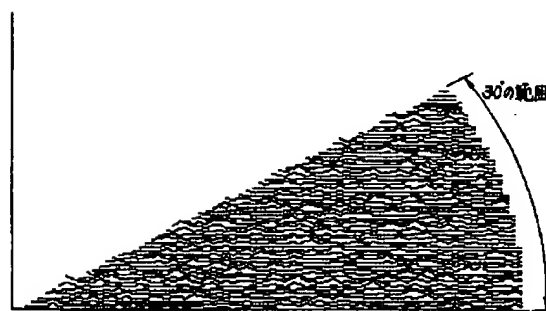
【符号の説明】

- 1 焦点板
- 1<sub>1</sub> マイクロレンズ
- 21~23 マイクロレンズ
- 51, 52 マイクロレンズ
- 71~73 マイクロレンズ
- 10 輝点

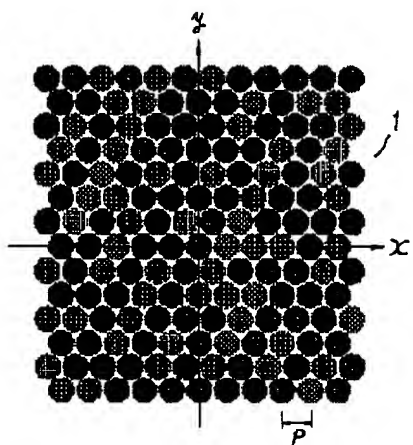
【図2】



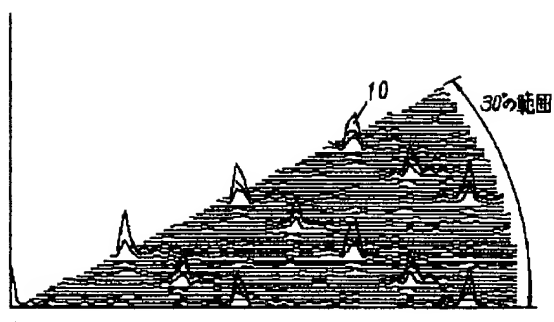
【図4】



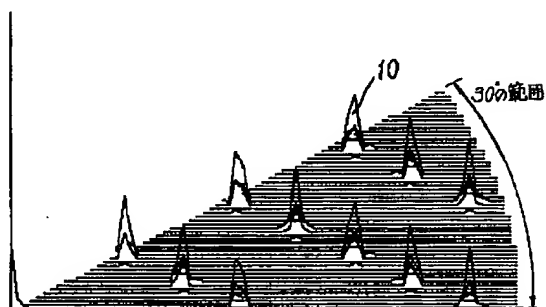
【図5】



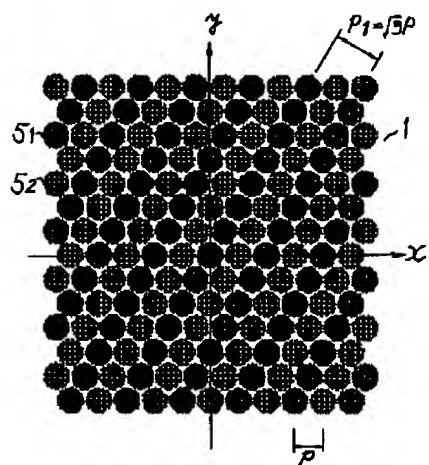
【図6】



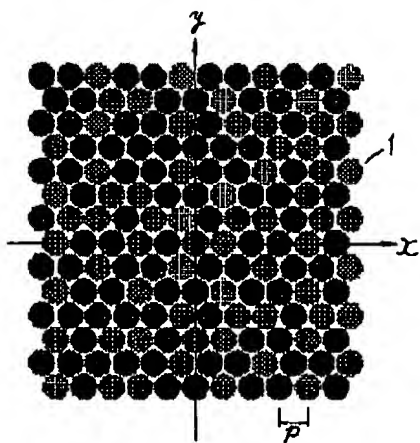
【図8】



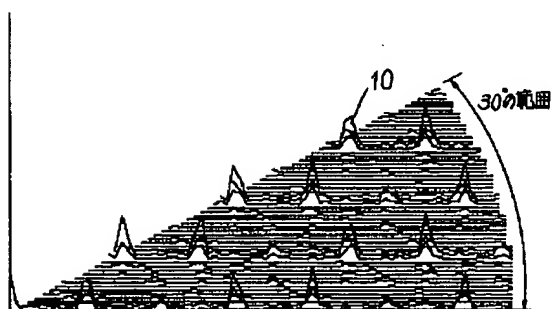
【図7】



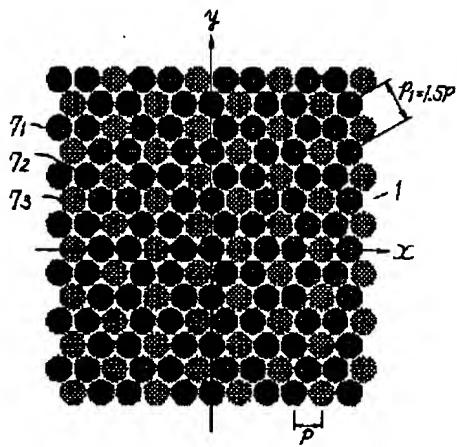
【図9】



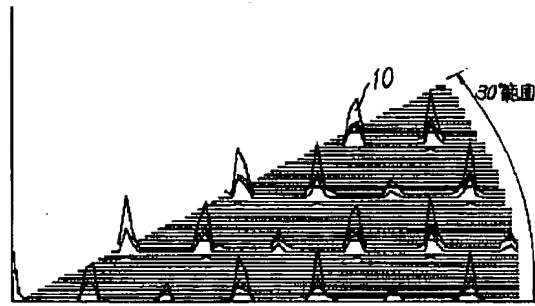
【図10】



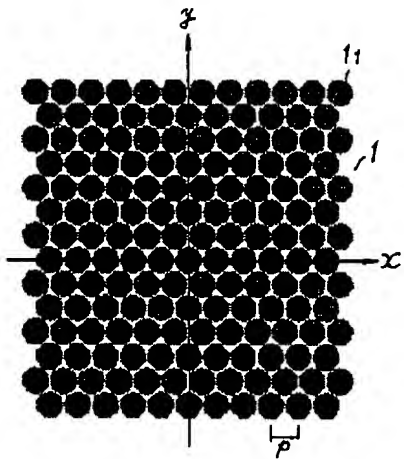
【図11】



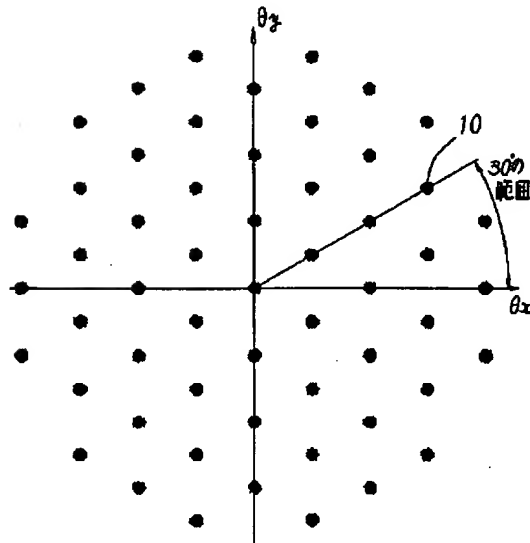
【図12】



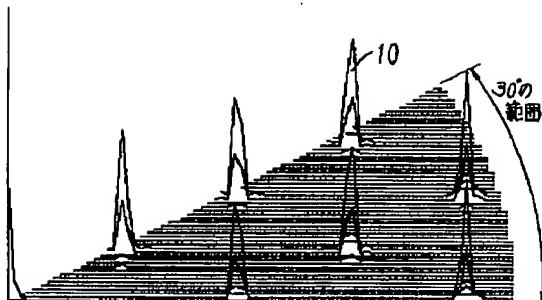
【図14】



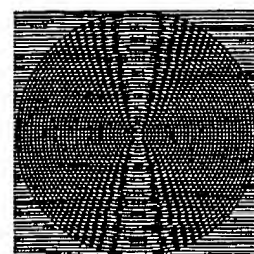
【図15】



【図16】



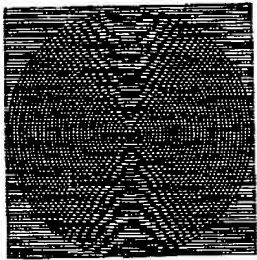
【図17】



ヒッチ比1.0

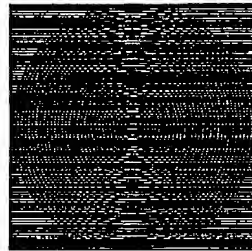


【図18】



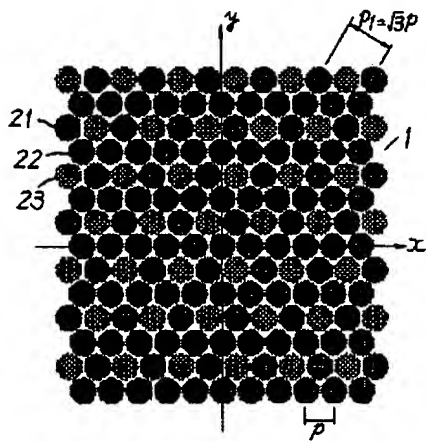
ピッチ比0.66

【図19】

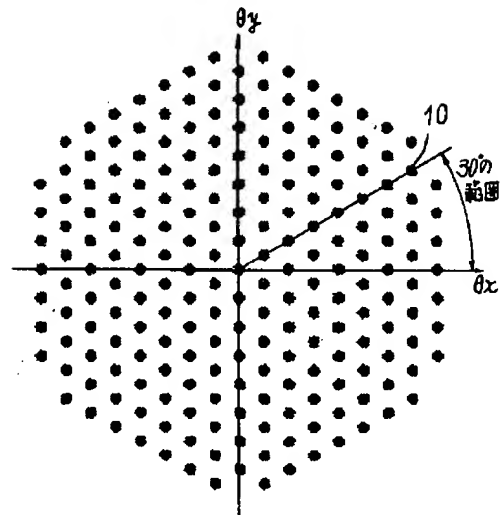


ピッチ比0.55

【図20】



【図21】



【図22】

